



Ausência de juntas de dilatação térmica em edifício residencial em Itajaí-SC

Natã Melo dos Santos¹, Taiana Paula Veiga²

¹ Exponent Engenharia LTDA. / nata@exponent.eng.br

² Exponent Engenharia LTDA. / taiana@exponent.eng.br

Resumo

É frequente a incidência de manifestações patológicas decorrentes de juntas com falhas de desempenho, o que amplificou, no decorrer dos anos, o desenvolvimento de estudos acerca da aplicação de juntas, bem como do espaçamento adequado a ser adotado. Sendo assim, apresenta-se a elaboração do projeto estrutural na ausência de juntas de dilatação térmica de um edifício residencial, localizado em Itajaí-SC, com 23 pavimentos, cuja maior extensão de fachada da torre possui mais de 50 m de comprimento. O estudo para a não aplicação de junta foi realizado por meio do levantamento de referencial técnico bibliográfico, e por meio de análises do comportamento da estrutura em termos de deslocamentos e esforços gerados nos elementos estruturais, com o uso do *software* TQS. Os resultados obtidos foram comparados com os comportamentos encontrados por técnicos pesquisadores referenciados e se mostraram semelhantes aos mesmos, constatando-se que a ausência de juntas na edificação em questão não afetou o desempenho da mesma.

Palavras-chave

Ausência de juntas de dilatação térmica, prática projetual de espaçamento, manifestações patológicas, comportamento estrutural, decisões em projetos.

Introdução

Profissionais engenheiros civis ao redor do globo buscaram no decorrer das décadas estudar e projetar adequadamente as edificações, assumindo valores de espaçamento de juntas baseados em normativas vigentes, estudos técnicos e experiências profissionais. Ressalta-se que o uso de juntas em estruturas é um dos fatores associados a manifestações patológicas em edificações, sejam por falhas em especificações de projeto, falhas executivas ou ausência de processos de manutenção. Segundo Helene (2007), acerca da ocorrência de manifestações patológicas, o percentual de falhas executivas e projetuais corresponde 68%, reforçando a ideia de que todas as medidas preventivas tomadas em fase projetual que reduzam a incidência de manifestações patológicas são necessárias e relevantes.

De acordo com Laranjeiras (2017), em projetos estruturais a presença de juntas de dilatação térmica é utilizada para reduzir os deslocamentos e deformações sofridos pelos materiais na presença de variações térmicas provenientes do ambiente. O estudo do comportamento individual de cada estrutura projetada responderá como deve ser planejada a inserção de tais juntas, bem como o comprimento de espaçamento entre as mesmas. Segundo o autor, o que motiva a adição de juntas em edifícios é a não satisfação dos limites normativos de deformações impostas às estruturas, sendo recomendada a adoção da não linearidade física nas análises estruturais e, em determinados casos, a interação solo-estrutura para que se projetem edifícios sem juntas.

Destaca-se que a versão de 1978 da ABNT NBR 6118 (2014) dispensava a avaliação dos cálculos de influência da variação de temperatura para edificações com juntas a cada 30 m, o que levou projetistas estruturais a adotarem como prática esse espaçamento no decorrer dos anos. Sendo tal prática, também comum entre os projetistas estruturais espanhóis, os quais passaram a adotar espaçamentos de 40 m, contudo, há normativas estrangeiras que permitem um espaçamento significativamente



superior. Sendo assim, tais práticas passaram a serem questionadas por engenheiros civis da atualidade, como exemplifica Caminos Andalucía (2020), com Juan Carlos Arroyo Portero, que projeta edifícios sem juntas de dilatação térmica espaçadas a cada 40 m desde 2000.

Além disso, de acordo com Borrás (2010), edificações como o parque comercial Bonaire, em Valencia, com uma laje de concreto protendido de 250m x 250m sem juntas de dilatação, vem sendo construídas e abrem espaço para a discussão sobre a aplicabilidade de juntas térmicas. Portanto, por meio dos estudos citados e das ponderações de profissionais relevantes, apresenta-se um edifício residencial em concreto armado projetado sem juntas de dilatação térmica, que possui 69,60 m de comprimento em uma de suas fachadas.

Metodologia e aplicação do estudo

O estudo de viabilidade da não implementação de juntas de dilatação térmica no projeto estrutural, do edifício residencial multifamiliar, foi realizado primeiramente por meio de um levantamento de estudos publicados por National Academy of Sciences (1974), Battista, Carvalho e Pfeil (2011), Laranjeiras (2017), e Donini e Orlor (2021). Posteriormente, foi feito o estudo das particularidades do empreendimento em termos arquitetônicos e de disposição estrutural, para em seguida ser feita a modelagem da edificação no *software* TQS. Após a modelagem da edificação, foi analisado o comportamento do edifício na ausência de juntas de dilatação térmica, para verificar o respeito aos limites normativos brasileiros. Assim, as etapas são descritas a seguir.

ETAPA 01 – Levantamento e estudo de referencial técnico bibliográfico, que se trata da compilação de disposições normativas acerca da implementação de juntas de dilatação térmica, como também, coleta de resultados de análises obtidos por pesquisadores.



ETAPA 02 – Estudo das características particulares do edifício, ou seja, das características arquitetônicas da edificação e distribuição dos elementos estruturais com base nas possibilidades de concepção estrutural a serem adotadas no empreendimento em específico.



ETAPA 03 – Modelagem da edificação no *software* TQS, com lançamento dos elementos estruturais definidos na concepção estrutural, ligações entre os mesmos, assim como aplicações de carregamentos necessários.



ETAPA 04 – Estudo do comportamento da edificação na ausência de juntas de dilatação térmica, com a verificação e estudo dos deslocamentos obtidos no edifício, assim como dos esforços internos gerados nos elementos estruturais.

Levantamento e estudo de referencial técnico bibliográfico

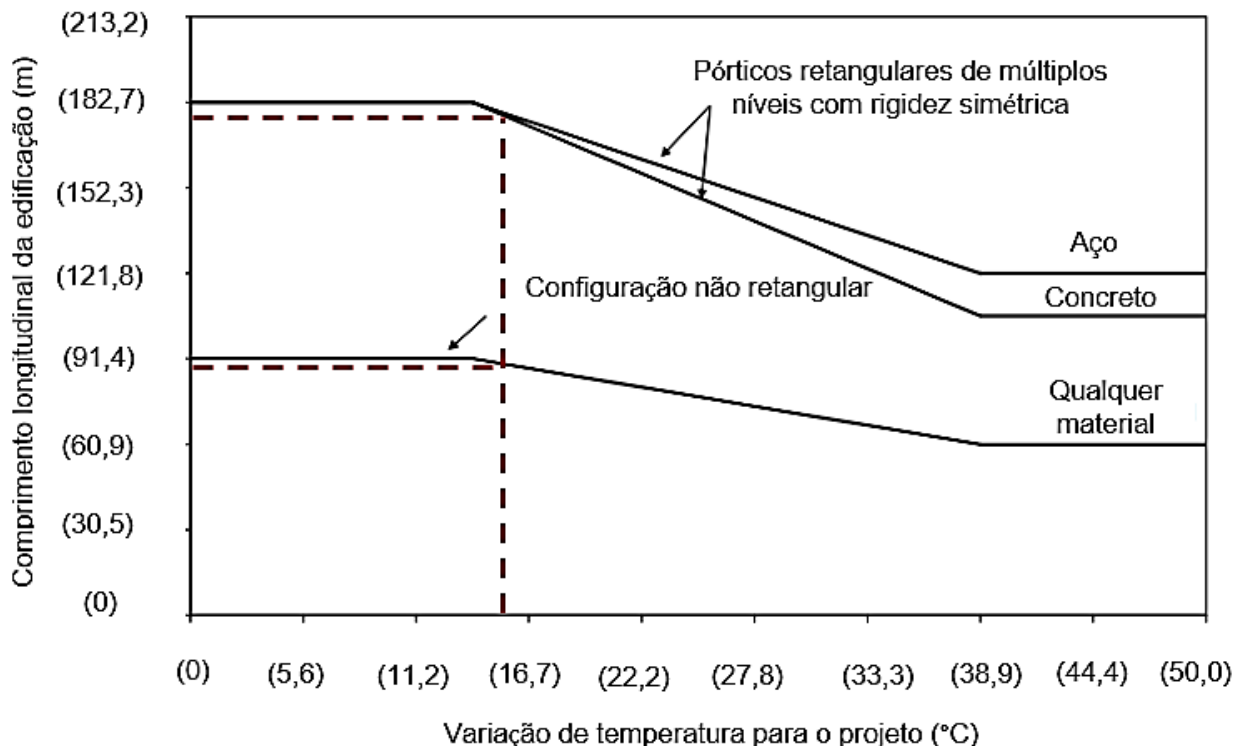
Como forma de buscar parâmetros de análise da utilização de juntas espaçadas entre 30 metros, estudos técnicos feitos no Brasil buscaram verificar os efeitos aos quais se submetem os elementos estruturais em situações de juntas livres e bloqueadas. Segundo Battista, Carvalho e Pfeil (2011), em um estudo feito com uma edificação de 5.500 m² exposta às condições de juntas livres e bloqueadas, com engastamento ou rótula na base de pilares, foi constatada a viabilidade de bloquear juntas em uma fachada de 60 m de comprimento.



Os autores identificaram que os pilares com maior rigidez, em núcleo de elevadores e escadas, receberam mais esforços com o bloqueio de juntas e que o engastamento dos mesmos na fundação permitiu que esse aumento de tensões fosse realizado em uma intensidade inferior ao que ocorreria na ausência da interação solo-estrutura. Os resultados obtidos pelos autores citados fazem parte de um comportamento estrutural esperado que é descrito por Laranjeiras (2017), como sendo uma das características de edifícios sem juntas, o que requer do projetista a verificação desse acréscimo de carregamentos, para constar se ele será absorvido pela estrutura de forma adequada.

Donini e Orlor (2021) efetuaram um estudo acerca das diferentes propostas de espaçamento entre juntas de dilatação feitas por pesquisadores e normativas de distintos países, concluindo que as recomendações podem chegar a 150 m em condições específicas. Os autores citados também avaliaram os métodos de cálculo para determinação do espaçamento entre juntas propostos por Martin e Acosta (1970) e pela National Academy of Sciences (1974) em um caso hipotético de uma edificação de um pavimento com comprimentos de 150 m x 50 m, onde foi observada uma semelhança de resultados.

Para ampliar a análise, Donini e Orlor (2021) desenvolveram 127 modelos de lajes utilizando o Método dos Elementos Finitos (MEF) para avaliar as deformações térmicas resultantes em diferentes comprimentos e espessuras de laje. Tais autores concluíram que os resultados de análise por MEF se assemelharam mais ao método sugerido pela National Academy of Sciences (1974), quando comparados com outros métodos do estudo, a qual elaborou um critério simplificado para projetistas, em que é possível estimar o espaçamento de juntas em função da variação térmica do local em que será construída a edificação (Figura 1).



**Figura 1 – Critério para espaçamento de juntas pela National Academy of Sciences (1974).
Fonte: Adaptado de National Academy of Sciences, 1974, p. 5**

Dessa forma, ao se aplicar tal critério para o município de Itajaí-SC, cuja variação térmica é de 15° C, foi verificada a possibilidade de se executar uma edificação de formato não retangular com 90 m



de comprimento sem junta de dilatação térmica, enquanto uma estrutura com pórticos regulares de múltiplos níveis com rigidez simétrica poderia apresentar cerca de 180 m sem a aplicação de juntas.

Estudo das características particulares do edifício

O edifício projetado, trata-se de um residencial privativo multifamiliar, composto por um único bloco que possui 16.153,02 m² de área distribuída ao longo de 20 pavimentos, e cuja tipologia estrutural é de concreto armado. O empreendimento teve o projeto estrutural desenvolvido pela Exponent Engenharia LTDA. A edificação possui formato retangular cujas fachadas variam em duas dimensões, em que as fachadas frontal e de fundo possuem 15,45 m de comprimento, relativos à torre da edificação, e 30,10 m de comprimento relativos ao embasamento (Figura 2 a)). Por sua vez, as fachadas laterais possuem 50,51 metros de comprimento no eixo x em relação à torre e 69,60 metros em relação ao embasamento, o que configura a necessidade do estudo de comportamento térmico da estrutura ou a aplicação de juntas de dilatação (Figura 2 b)).

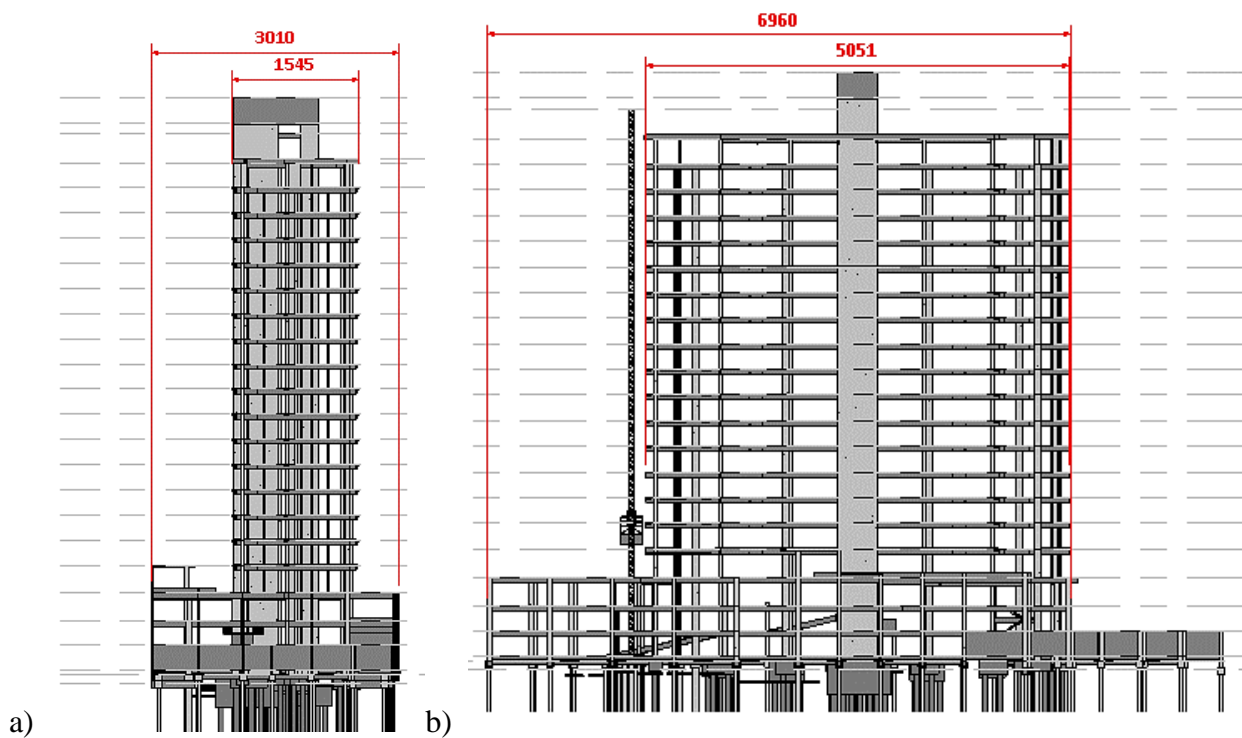


Figura 2– a) Elevação da fachada oeste da edificação e b) elevação da fachada norte.

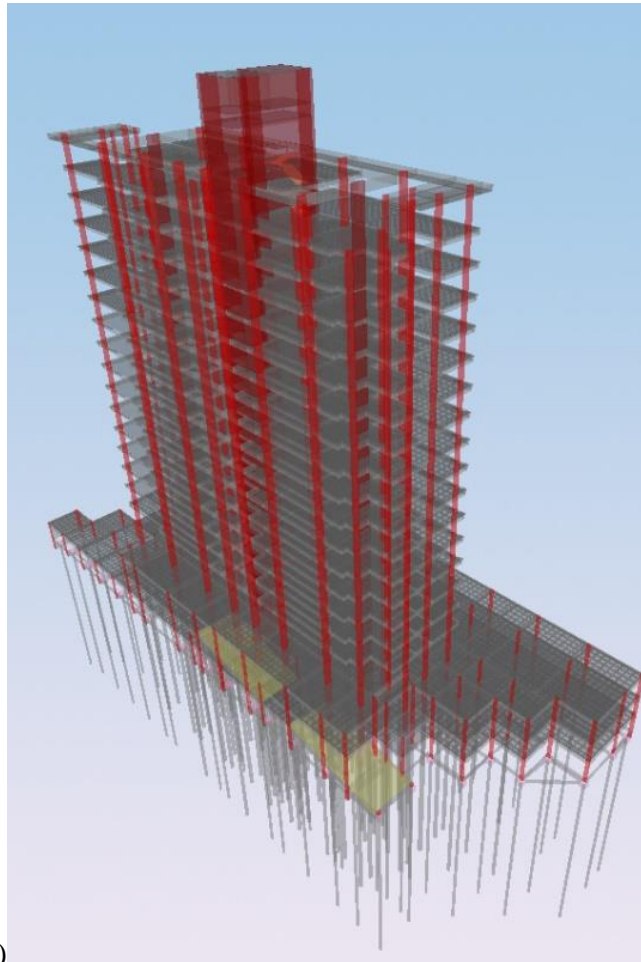
Modelagem da edificação no software TQS e estudo do comportamento da edificação na ausência de juntas de dilatação térmica

A modelagem estrutural (Figura 3 a)) foi desenvolvida no *software* TQS, onde foram aplicadas as ponderações de dilatação térmica indicadas pela ABNT NBR 6118 (2014), inserida a variação térmica de Itajaí-SC, com uma variação máxima e outra mínima, sendo importante ressaltar que o estudo foi térmico e a retração foi combatida com uma junta de contração temporária Assim, foram processados os esforços no edifício e avaliados os pilares, vigas e lajes mais críticos e posteriormente foram verificadas as taxas de aço necessárias para o dimensionamento dos elementos.

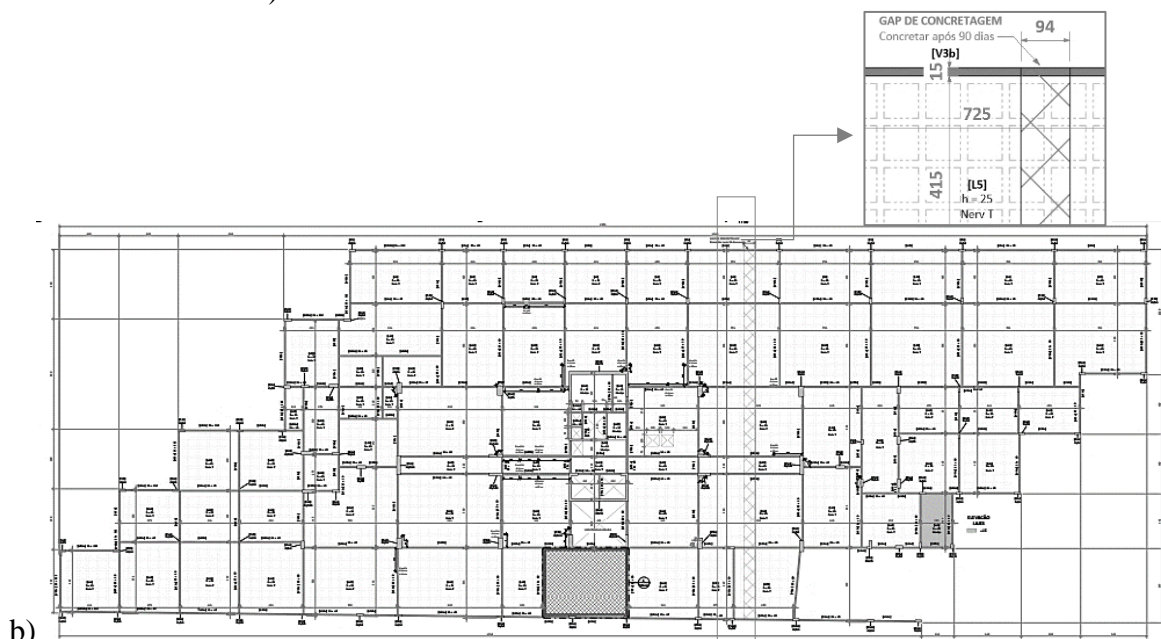
Após feitas as verificações de desempenho frente ao Estado Limite Último (ELU), foi especificado um *gap* de concretagem, que corresponde a uma junta de contração temporária, tal como descrito por Fintel (1985), e aplicada do pavimento de Garagem 2 (Figura 3 b)) ao pavimento Rooftop. Tal *gap*



corresponde a uma porção de área que foi concretada 90 dias após a concretagem padrão das lajes dos pavimentos, haja visto que esse é o período que corresponde à maior variação de contração térmica que o concreto pode ter durante seu processo de ganho de resistência. Sendo que o processo de execução foi indicado tal como recomenda Espinosa (1989).



a)



b)

Figura 3 – a) Edifício modelado e b) junta de contração térmica temporária.



Resultados

Os elementos estruturais foram detalhados de acordo com a ABNT NBR 6118 (2014) e se enquadraram dentro dos limites normativos determinados, sendo que os esforços internos não solicitaram valores de área de aço que exigissem um aumento das dimensões previstas para os elementos ou uma quantidade e bitola de barras que inviabilizassem a execução dos mesmos. Assim, como resultado do consumo de concreto e aço por pavimento, obteve-se um total de 3.174,70 m³ de concreto em toda a estrutura, tal como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Consumo de concreto por pavimento.

Pavimento	Área (m ²)	Concreto (m ³)		
		Pilares	Vigas	Lajes
Cobertura	47,1	9,0	2,8	5,8
Reservatório	90,3	14,6	16,1	15,9
Área técnica	463,5	29,2	45,8	50,1
Rooftop	642,5	34,0	36,2	52,9
Tipo x14	619,4	34,0	36,8	50,1
Tipo 1	669,8	39,2	39,2	74,5
Diferenciado	1.459,0	51,5	123,2	138,8
Garagem 3	1.691,4	44,1	68,4	155,1
Garagem 2	2.002,6	47,5	78,4	184,6
Garagem 1	176,1	8,4	82,7	4,4
Total	15.913,9	754,1	1.008,0	1.383,8

Ademais, em se tratando de aço, foi previsto um consumo de 334.891,80 kg, e com relação às taxas de consumo, o resultado de aço por volume de concreto consumido foi de 105,49 kg/m³, enquanto a taxa de aço por área de estrutura projetada foi de 20,73 kg/m², e o volume de concreto por área construída foi de 0,20 m³/m². Na Tabela 2 é apresentado o consumo detalhado de aço ao longo dos pavimentos do edifício.

Tabela 2 – Consumo de aço por pavimento.

Pavimento	Área (m ²)	Aço (kg)				
		Lajes	Tela soldada	Pilares	Vigas	Outros
Cobertura	47,1	-	-	1.055,5	160,0	-
Reservatório	90,3	686,0	-	2.055,6	3.712,0	9.030,0
Área técnica	463,5	2.543,0	-	2.407,6	4.030,0	143,0
Rooftop	642,5	2.543,0	1.710,5	2.463,0	4.812,0	255,0
Tipo x14	619,4	2.220,0	1.710,5	2.463,0	6.604,0	269,0
Tipo 1	669,8	2.220,0	1.710,5	5.033,0	19.061,0	471,0
Diferenciado	1.459,0	7.456,0	3.421,0	5.046,0	19.061,0	271,0
Garagem 3	1.691,4	6.193,0	4.509,5	4.819,8	7.822,0	288,0
Garagem 2	2.002,6	8.142,0	5.442,5	7.149,9	9.593,0	7.557,0
Garagem 1	176,1	498,0	-	2.675,2	3.401,0	7.947,0
Total	15.913,9	61.361,0	40.741,0	70.522,8	132.539,0	29.728,0

O processo executivo da estrutura correu dentro do planejamento estrutural indicado pelo projeto, onde não houve imprevistos ou situações que pudessem solicitar uma reanálise da estrutura, seja em termos de dilatação térmica ou outras verificações estruturais. Na Figura 4 é apresentada a execução de um dos pavimentos e o edifício em fase de uso.



Figura 4 – a) Etapa de finalização da estrutura, b) vista superior da obra do edifício e c) edifício executado e em uso.

Conclusão

Com base no estudo apresentado para o desenvolvimento do projeto estrutural do edifício em questão, concluiu-se que:

I. A inserção de juntas de dilatação a cada 30 m, não deve ter seu uso justificado apenas por ser uma prática comumente aplicada. Isso porque com a consideração dos efeitos de dilatação térmica na estrutura, esse espaçamento pode ser aplicado com um valor três vezes superior, tal como foi verificado com o uso do critério para espaçamento de juntas indicado pela National Academy of Sciences (1974).

II. Dessa forma, é preciso avaliar as particularidades de cada edificação para definir a presença ou ausência de juntas, sendo importante que se consulte estudos térmicos e que se aplique a presença da variação térmica para a avaliação do dimensionamento dos elementos estruturais.

III. Além disso, a utilização de uma junta de contração temporária, chamada de *gap* de concretagem, se mostra como uma prática positiva, pois não foram evidenciadas fissuras térmicas nas lajes que comprometessem o desempenho da estrutura.

IV. E por fim, a não utilização de juntas de dilatação térmica reduziu o cronograma de execução das fachadas e impossibilitou a presença de infiltração nos apartamentos por juntas mal seladas. Houve, portanto, uma redução de possíveis manifestações patológicas que gerariam desconforto aos usuários e custos com reparos.



Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- BATTISTA, R. C.; CARVALHO, E. M. L.; PFEIL, M. S. Juntas de dilatação térmica em edifícios de concreto armado: necessárias ou dispensáveis?. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 53., 2011, Florianópolis. Anais [...] Florianópolis: IBRACON, 2011. p. 1-6.
- BORRÁS, Francisco Orts. Aplicación del hormigón postesado en edificación. 2010. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Máster En Edificación, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, 2010.
- CAMINOS ANDALUCÍA. A.: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Demarcación de Andalucía, Ceuta y Melilla, 2020.
- DONINI, H. J.; ORLER, R. Una revisión sobre las juntas de dilatación en edificios de hormigón armado. In: JORNADAS ARGENTINAS DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL, 26., 2021, Edição Virtual. Anais [...]. Edição Virtual: JAIE, 2021. 20 p.
- ESPINOSA, Agustin Rego. Juntas frias y su tratamiento. Construcción y Tecnología, [S. L.], p. 9-23, maio 1989.
- FINTEL, M. Handbook of concrete engineering. 2. ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1985. 892 p.
- HELENE, P; PEREIRA, F. Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto. São Paulo, 2007.
- LARANJEIRAS, A. C. R. Edifício sem juntas. Salvador, 2017. 46 p.
- MARTIN, I., ACOSTA, J. 1970. Effect of Thermal Variations and Shrinkage on One Story Reinforced Concrete Buildings. Designing for the Effects of Creep, Shrinkage, and Temperature in Concrete Structures, SP-27, American Concrete Institute, Detroit, p. 229-240.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1974. Expansion Joints in Buildings. Technical Report 65, Washington, DC, 43 p.